

**Digital local communications system with the logical structure of a loop**

**Patent number:** DE3413144  
**Publication date:** 1985-10-17  
**Inventor:** SCHROECK WERNER DR RER NAT (DE)  
**Applicant:** LICENTIA GMBH (DE)  
**Classification:**  
- **international:** H04L25/02; G06F13/00  
- **european:** H04L12/407; H04L12/417; H04L12/42  
**Application number:** DE19843413144 19840407  
**Priority number(s):** DE19843413144 19840407

**Abstract of DE3413144**

For a digital local communications system in the form of a bus with the logical structure of a loop in which the stations connected to terminal devices are in each case connected to a transmitting line and to a receiving line running in parallel with the former, with data flow directed in the same or in the opposite direction, and transmit their data as data packets provided with a priority flag, the stations feeding their data packets into the transmitting line only, and in which the data packets are transmitted at one point in the network from the transmitting line to the receiving line, it is proposed to allocate a request flag to each data packet in addition to the priority flag. The stations can feed their data packets into the transmitting line even if data packets with a lower priority than the priority of the data packet to be transmitted arrive on the transmitting line. In equal-priority incoming data packets, the request bit of the external data packet is set to "1" by the station wishing to transmit. If heavy data traffic occurs on the receiving line, the transmission protocol causes the data packets to pass through, extensively arranged according to priority, high-priority data packets can be transmitted immediately and access is provided to the data medium in the appropriate order with maximum utilisation of the transmission medium.

---

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 3413144 A1

⑯ Int. Cl. 4:  
**H04L 25/02**  
G 06 F 13/00

⑯ Aktenzeichen: P 34 13 144.2  
⑯ Anmeldetag: 7. 4. 84  
⑯ Offenlegungstag: 17. 10. 85

Behördeneigentum

⑯ Anmelder:  
Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, 6000 Frankfurt,  
DE

⑯ Erfinder:  
Schröck, Werner, Dr.rer.nat., 7900 Ulm, DE

⑯ Digitales lokales Kommunikationssystem mit der logischen Struktur einer Schleife

Für ein digitales lokales Kommunikationssystem in Busform mit der logischen Struktur einer Schleife, bei dem die mit Endgeräten in Verbindung stehenden Stationen je an eine Sende- und an eine dazu parallele Empfangsleitung mit gleichsinnig oder gegensinnig gerichtetem Nachrichtenfluß angeschlossen sind und ihre Nachrichten als mit einem Prioritätskennzeichen versehene Nachrichtenpakete übertragen, wobei die Stationen ihre Nachrichtenpakete lediglich in die Sendeleitung einspeisen, und bei dem die Nachrichtenpakete an einer Stelle des Netzes von der Sendeleitung in die Empfangsleitung übertragen werden, wird vorgeschlagen, jedem Nachrichtenpaket zusätzlich zum Prioritätskennzeichen ein Anforderungskennzeichen zuzuordnen. Die Stationen können ihre Nachrichtenpakete auch dann in die Sendeleitung einspeisen, wenn Nachrichtenpakete niedrigerer Priorität als die Priorität des zu übertragenden Nachrichtenpaketes auf der Sendeleitung ankommen. In ankommenden Nachrichtenpaketen gleicher Priorität wird von der sendewollenden Station das Anforderungsbitt des fremden Nachrichtenpakets auf »1« gesetzt. Das Sendeprotokoll bewirkt, daß bei hohem Nachrichtenaufkommen auf der Empfangsleitung die Nachrichtenpakete weitgehend nach Priorität geordnet durchlaufen, Nachrichten hoher Priorität sofort gesendet werden können und der Zugriff zum Nachrichtenmedium in gerechter Reihenfolge bei maximaler Ausnutzung des Übertragungsmediums erfolgt.

DE 3413144 A1

DE 3413144 A1

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH  
Theodor-Stern-Kai 1  
D-6000 Frankfurt 70

PTL-UL/Sar/Ih  
UL 83/155

Patentansprüche

(1) Digitales lokales Kommunikationssystem in Busform mit der logischen Struktur einer Schleife, bei dem die mit Endgeräten in Verbindung stehenden Stationen je an eine Sende- und eine dazu parallele Empfangsleitung mit gleichsinnig oder gegensinnig gerichtetem Nachrichtenfluß angegeschlossen sind und ihre Nachrichten als mit einem Prioritätskennzeichen versehene Nachrichtenpakete übertragen,  
05 die Stationen die Sendeleitung überwachen und ihre Nachrichtenpakete in die Sendeleitung einspeisen und bei dem die Nachrichtenpakete an einer Stelle des Netzes von der Sendeleitung in die Empfangsleitung übertragen werden und die Stationen, die ihnen zugeordneten Nachrichtenpakete von der Empfangsleitung lesen, ohne diese der Empfangsleitung zu entnehmen,  
10 die Nachrichtenpakete an einer Stelle des Netzes von der Sendeleitung in die Empfangsleitung übertragen werden und die Stationen, die ihnen zugeordneten Nachrichtenpakete von der Empfangsleitung lesen, ohne diese der Empfangsleitung zu entnehmen,  
15 dadurch gekennzeichnet, daß jedem Nachrichtenpaket zusätz-

...

lich ein Anforderungskennzeichen zugeordnet ist,  
daß die Stationen ihre Nachrichtenpakete auch dann in die  
Sendeleitung einspeisen, wenn Nachrichtenpakete niedrige-  
rer Priorität als die Priorität des zu übertragenden  
05 Nachrichtenpaketes auf der Sendeleitung ankommen, wobei  
diese ankommenden Nachrichtenpakete niedrigerer Priorität  
während des Sendens des anderen Pakets unterdrückt werden,  
daß in von Quellstationen gesendeten Nachrichtenpaketen  
das Anforderungskennzeichen auf logisch "0" gesetzt wird  
10 und

daß in auf der Sendeleitung ankommenden Nachrichtenpaketen  
mit der gleichen Priorität wie das von der weiterleitenden  
Station zu übertragende Nachrichtenpaket das Anforderungs-  
kennzeichen von der weiterleitenden Station auf logisch  
15 "1" gesetzt wird.

2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in  
jedem Nachrichtenpaket nach dem Paketanfangskennzeichen  
ein Zugriffssteuerfeld folgt mit einem Prioritätsfeld und  
20 einem Anforderungsfeld.

3. System nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß  
das Anforderungsfeld ein Bit umfaßt und jede Quellstation  
ihre Nachrichtenpakete mit auf logisch "0" gesetztem  
25 Anforderungsbet sendet.

4. System nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß  
jede Station in Abhängigkeit von dem Nachrichtenfluß auf  
der Sendeleitung und der Empfangsleitung und der Priori-  
30 tät q der von ihr auszusendenden Nachrichtenpakete folgen-  
de Zustände einnehmen kann:

...

einen ersten Zustand ( $I_q$ ), bei dem keine Pakete der Priorität  $q$  zum Senden anstehen,

einen zweiten Zustand ( $W_q$ ), bei dem sie mindestens ein Nachrichtenpaket der Priorität  $q$  zu senden hat und die

05 Priorität der auf der Sendeleitung evtl. ankommenden Nachrichtenpakete überprüft,

einen dritten Zustand ( $A_q$ ), bei dem sie ein zu sendendes Paket der Priorität  $q$  in die Sendeleitung einspeist und auf der Empfangsleitung prüft, ob das von ihr gesendete

10 Nachrichtenpaket korrekt dort durchläuft und welchen binären Wert das Anforderungsbit aufweist,

einen vierten Zustand ( $B_q$ ), bei dem sie auf der Empfangsleitung prüft, ob das von ihr gesendete Nachrichtenpaket korrekt durchläuft und welchen binären Wert dessen Anforderungsbit aufweist, und bei korrekt durchgelaufenem

15 Nachrichtenpaket das Nachrichtenpaket aus der Reihe der von ihr zu sendenden Nachrichtenpakete entfernt und einen fünften Zustand ( $S_q$ ), bei dem sie auf der Empfangsleitung das Anforderungsbit von Nachrichtenpaketen gleicher Priorität  $q$  wie der eines von ihr gesendeten Nachrichtenpakets, dessen Anforderungsbit beim korrekten

20 Empfang auf der Empfangsleitung den Wert "1" hatte, kontrolliert.

25 5. System nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Stationen für jede Prioritätsklasse ( $q$ ) die Zustände einnehmen und durchlaufen, wobei Zustände höherer Prioritätsklassen bevorzugt verarbeitet werden und zu einem beliebigen Zeitpunkt eine Station sich höchstens bezüglich

30 einer Prioritätsklasse ( $q$ ) im zweiten Zustand ( $A_q$ ) befinden kann.

...

6. System nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine Station von dem ersten Zustand ( $I_q$ ) in den zweiten Zustand ( $W_q$ ) übergeht, wenn sie von einem Endgerät ein zu sendendes Nachrichtenpaket der Priorität  $q$  erhalten hat,

05 daß sie vom zweiten Zustand ( $W_q$ ) in den dritten Zustand ( $A_q$ ) übergeht, wenn sie

1. bzgl. keiner anderen Prioritätsklasse  $q'$  im Zustand  $A_q$  sich befindet und
  - 1.1 die Sendeleitung frei ist oder
- 10 1.2. sie auf der Sendeleitung ein Nachrichtenpaket niedrigerer Priorität  $p$  ( $p > q$ ) als die des von ihr zu sendenden Nachrichtenpakets entdeckt  
( $p = q = 0$  = höchste Prioritätsstufe),

daß sie vom dritten Zustand ( $A_q$ ) in den vierten Zustand ( $B_q$ ) übergeht, wenn sie die zu sendenden Nachrichtenpakete der Priorität  $q$  gesendet hat,

15 daß sie vom vierten Zustand ( $B_q$ ) in einen fünften Zustand ( $S_q$ ) übergeht, wenn sie in einem von ihr gesendeten Nachrichtenpaket auf der Empfangsleitung das Anforderungsbit

20 auf logisch "1" gesetzt erkennt, und

daß sie vom fünften Zustand ( $S_q$ ) in den ersten Zustand ( $I_q$ ) zurückgeht, wenn sie keine weiteren Pakete der Priorität  $q$  zu senden hat und

- 25 1. in einem auf der Empfangsleitung durchlaufenden Nachrichtenpaket der Priorität  $q$  das Anforderungsbit nicht verändert wurde oder
2. ein Paket niedrigerer Priorität durchgelaufen ist oder
- 30 3. die Empfangsleitung für eine vorgegebene Zeit leer geblieben ist.

7. System nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Station auch dann vom zweiten Zustand ( $W_q$ ) in den

...

dritten Zustand ( $A_q$ ) übergeht, wenn sie sich bzgl. einer niedrigeren Priorität  $q'$  (d.h.  $q' > q$ ) im dritten Zustand ( $A_{q'}$ ) befindet und dann gleichzeitig aus dem dritten Zustand ( $A_{q'}$ ) in den zweiten Zustand ( $W_{q'}$ ) zurückgeht,

05 d.h. die Station bricht das Senden eines eigenen Pakets zugunsten eines anderen eigenen Pakets höherer Priorität ab.

8. System nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß  
10 die Station erst dann vom zweiten Zustand ( $W_q$ ) in den dritten Zustand ( $A_q$ ) übergeht, wenn die Sendeleitung frei ist oder wenn das gerade vorbeilaufende Paket endet und das evtl. nachfolgende Paket eine geringere Priorität besitzt.

15 9. System nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Station vom dritten Zustand ( $A_q$ ) in den zweiten Zustand ( $W_q$ ) zurückgeht, wenn von der Sendeleitung ein Nachrichtenpaket gleicher oder höherer Priorität  $p$  eintrifft ( $p \leq q$ ) oder das gesendete Paket der Priorität  $q$  nicht oder nicht vollständig auf der Empfangsleitung empfangen wird.

10. System nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß  
25 eine Station solange und nur solange im dritten Zustand ( $A_q$ ) verbleibt, bis  
1. sie ein Nachrichtenpaket der Priorität  $q$  vollständig gesendet hat (Send-Ende) und  
1.1 keine weiteren Pakete der Priorität  $q$  zum Senden  
30 anstehen oder  
1.2 Pakete einer höheren Priorität zum Senden anstehen oder

...

- 1.3 eines der gesendeten Pakete der Priorität q mit auf "1" gesetztem Anforderungsbit auf der Empfangsleitung korrekt empfangen wurde oder
- 05 2. (Senden-Abbruch)
  - 2.1 auf der Sendeleitung ein Paket gleicher oder höherer Priorität p ( $p \leq q$ ) ankommt oder
  - 2.2 das von ihr gesendete Paket der Priorität q auf der Empfangsleitung nicht oder nicht ordnungsgemäß empfangen wurde.
- 10 11. System nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß eine Station aus dem vierten Zustand (B<sub>q</sub>)
  1. in den zweiten Zustand (W<sub>q</sub>) zurückgeht, wenn das von ihr zuletzt gesendete Paket der Priorität q
  - 15 1.1 nicht oder nicht vollständig oder
  - 1.2 ordnungsgemäß mit auf "0" gesetztem Anforderungsbit auf der Empfangsleitung empfangen wurde und weitere Pakete der Priorität q zum Senden anstehen, oder
- 20 2. in den ersten Zustand (I<sub>q</sub>) zurückgeht, wenn
  - 2.1 das von ihr zuletzt gesendete Paket der Priorität q ordnungsgemäß mit auf "0" gesetztem Anforderungsbit auf der Empfangsleitung empfangen wurde und
  - 2.2 keine weiteren Pakete der Priorität q zum Senden anstehen.
- 25 12. System nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Station vom fünften Zustand (S<sub>q</sub>) in den zweiten Zustand (W<sub>q</sub>) zurückgeht, wenn
- 30 30 1. in einem auf der Empfangsleitung durchlaufenden Nachrichtenpaket der Priorität q das Anforderungsbit nicht verändert wurde oder

\*\*\*

2. ein Paket niedrigerer Priorität durchgelaufen ist  
oder
3. die Empfangsleitung für eine vorgegebene Zeit leer  
geblieben ist

05 und sie weitere Nachrichtenpakete der Priorität q zu  
senden hat.

13. System nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß  
die Zustände von jeder Station für jede Prioritätsklasse  
10 abspeicherbar sind.

15

20

25

30

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH  
Theodor-Stern-Kai 1  
D-6000 Frankfurt 70

PTL-UL/Sar/lh  
UL 83/155

Beschreibung

Digitales lokales Kommunikationssystem mit der logischen  
Struktur einer Schleife

Die Erfindung betrifft ein digitales lokales Kommunikationssystem gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Es sind verschiedene Datenübertragungsnetze bekannt geworden, die dem Datenaustausch zwischen Rechnern, zwischen Rechnern und Terminalen, zwischen Rechnern und Meßfühlern oder Stellgliedern bei Aufgaben der Prozeßsteuerung oder zwischen Rechnern und Endgeräten bei Aufgaben der Kommunikation, insbesondere im lokalen Bereich oder bei der Büroautomatisierung dienen. Gegenüber der herkömmlichen Lösung in zentralisierten Nebenstellen- oder Ortsvermittlungsanlagen besitzen diese Datenübertragungsnetze eine

...

höhere Flexibilität und erlauben eine schnellere Integration verschiedener Dienste und Anwendungen im lokalen Bereich.

05 Entsprechend den genannten Aufgaben und Anwendungen lassen sich zwei Arten von Datenübertragungsnetzen unterscheiden, zum einen solche, die der Übertragung großen Datenmengen in kurzer Zeit mit burstartigem Charakter dienen, und solche, die mehr der Kommunikation und dem Datenverkehr

10 mit kleineren Datenmengen und langsamerer Übertragungsrate dienen. Zur ersten Art sind die Netze zu zählen, die es erlauben, Rechner mit Rechnern zu verbinden. Zu diesen Netzen gehören Anordnungen mit Bus- oder Schleifenstruktur mit Übertragungsraten um 10 MBit/s. Als typische Vertreter

15 sind Ethernet, Net-One, Hyper-Channel oder Express-Net zu nennen. Die Nachrichtenübertragung erfolgt hierbei mittels Datenpaketen.

Ein Kommunikationssystem der eingangs genannten Art ist

20 z.B. bekannt aus dem Aufsatz von M. Ajmone Marsan und G. Albertengo: "MAP: An Insertion Protocol for an Unidirectional Bus Local Network", Instituto di Elettronica e Telecommunicazioni, Politecnico di Torino - Italy, Aprile 1981.

25 In diesem Aufsatz ist ein digitales lokales Kommunikationssystem beschrieben mit parallel verlegter Sende- und Empfangsleitung, bei dem der Nachrichtenfluß auf der Empfangsleitung entgegengesetzt demjenigen der Sendeleitung ist und jedes von einer beliebigen Station ausgesendete Nachrichtenpaket mit einem Prioritätskennzeichen versehen ist. Dabei sind lediglich zwei Prioritätsklassen

...

vorgesehen. Eine Station darf unabhängig von der Priorität ihres zu sendenden Nachrichtenpakets erst dann senden, wenn auf der Sendeleitung keine Nachrichtenpakete mehr ankommen, andernfalls muß sie ihre Übertragung sofort einstellen. Ferner darf sie jeweils nur ein Nachrichtenpaket absenden und muß anschließend mit der Übertragung ihres nächsten Nachrichtenpaketes, auch wenn dieses die höchste Anforderungspriorität besitzt, solange warten, bis auf der Empfangsleitung der aus den Nachrichtenpaketen der einzelnen Stationen zusammengesetzte Paketzug mit dem eigenen Nachrichtenpaket zu Ende ist. Hierdurch werden nicht nur eigene dringende Nachrichten verzögert, sondern das Nachrichtensystem wird auch durch das jeweilige Abwarten des Endes eines Paketzuuges mit den dadurch zwischen den Paketzügen liegenden Pausen nicht optimal ausgenutzt. Ferner ist bei geringem Nachrichtenverkehr die Übertragungsdauer mehrerer Nachrichtenpakete einer Station wegen der festgesetzten Wartezeiten zwischen zwei aufeinanderfolgend zu sendenden Nachrichtenpaketen in vielen Fällen zu hoch (z.B. lange Signallaufzeiten bei großer Netzausdehnung und/oder hoher Bitrate).

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Stand der Technik zu verbessern. Insbesondere soll für ein Kommunikationssystem der eingangs genannten Art ein Verfahren für den Vielfachzugriff auf das Übertragungsmedium angegeben werden, mit dem weitgehend Kollisionen beim Sendebeginn einer Station mit zu übertragenden Nachrichtenpaketen hoher Priorität vermieden werden können und bei dem Nachrichtenpakete mit mehr als zwei Prioritätsklassen derart übertragen werden können, daß Nachrichtenpakete mit der höchsten Priorität den schnellsten Zugriff auf das

...

Übertragungsmedium haben und, falls keine Nachrichtenpakete höherer Priorität vorliegen, ohne Wartezeiten mehrere Pakete hintereinander übertragen werden können.

- 05 Die Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 genannte Erfindung gelöst. Es ist nunmehr möglich, bei schwacher Last die Nachrichtenpakete mit minimaler Wartezeit zu übertragen. Die einzelnen Stationen können ihre Nachrichtenpakete mit maximaler Rate senden. Bei hoher Last findet ein geordneter Zugang zum Kommunikationssystem statt, bei dem die Übertragungskapazität zwischen Stationen mit Paketen gleicher Priorität gerecht aufgeteilt wird und Nachrichtenpakete nach ihrer Priorität geordnet dicht aufeinanderfolgend auf der Empfangsleitung übertragen werden.
- 15 Die Ausgestaltung der Erfindung nach Anspruch 2 erlaubt den Stationen ein schnelles Auswerten der Nachrichtenpakete bei wenig Speicherplatzbedarf für die hierzu erforderlichen Bauelemente. Die Ansprüche 4 bis 12 geben ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel für die Ablaufsteuerung, welches die Aussendung eines Nachrichtenpaketes bestimmter Priorität dem Nachrichtenaufkommen auf dem Übertragungsmedium anpaßt. Durch die Maßnahme gemäß Anspruch 9 erhalten auf der Sendeleitung befindliche Nachrichtenpakete gleicher oder höherer Priorität wie die eines von einer Station zur Sendung anstehenden Nachrichtenpakete Vorrang. Unnötig lange Wartezeiten einer sendewilligen Station werden durch die Maßnahmen gemäß den Ansprüchen 10 und 11 vermieden.
- 30 Die Erfindung wird nun anhand von in Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen im einzelnen:

...

FIG. 1 Kommunikationssystem mit gegensinnig gerichtetem Nachrichtenfluß auf Sende- und Empfangsleitung

05 FIG. 2 Kommunikationssystem mit gleichsinnig gerichtetem Nachrichtenfluß auf Sende- und Empfangsleitung

FIG. 3 Aufbau eines Nachrichtenpaketes

10 FIG. 4 Zustandsflußdiagramm einer Station

FIG. 5 Blockschaltbild einer Station.

In FIG. 1 ist ein Kommunikationssystem mit entgegengesetzt gerichtetem und in FIG. 2 mit gleichsinnig gerichtetem Nachrichtenfluß auf Sendeleitung SL und Empfangsleitung EL dargestellt. Die einzelnen mit 1, 2, 3,...,N bezeichneten Stationen sind derart an die Nachrichtenübertragungsleitung angeschlossen, daß sowohl die Sendeleitung SL als auch die Empfangsleitung EL durch die Stationen durchgeschleift sind. Auf diese Weise besitzt jede Station eine kommende und eine gehende Sendeleitung sowie eine kommende und gehende Empfangsleitung. Die gehende Sendeleitung der Station N ist mit der Empfangsleitung verbunden und zwar ist in FIG. 1 die gehende Sendeleitung mit dem Eingang für die kommende Empfangsleitung der Station N und in FIG. 2 die gehende Sendeleitung der Station N mit dem Eingang für die kommende Empfangsleitung der Station 1 verbunden.

30 Die Signalausbreitung ist auf beiden Leitungen stets unidirektional und zwar auf der Sendeleitung in Richtung auf die Überleitungsstelle zur Empfangsleitung und auf der

...

Empfangsleitung von der Überleitungsstelle weggerichtet.  
Die Stationen übertragen ihre Nachrichten in Paketform.

In FIG. 3 ist ein derartiges Nachrichtenpaket schematisch  
05 dargestellt. Einer in der Regel 8 Bit umfassenden nicht  
verwechselbaren Bitfolge, dem Anfangsfeld ANF, vielfach  
auch mit "Flag" bezeichnet, folgt ein Zugriffssteuerfeld  
Z-STF, ein Paketsteuerfeld P-STF, das die Art der Daten  
kennzeichnet, ein Feld für die Zieladresse, ein Feld für  
10 die Quelladresse, ein mit "Bezeichner" gekennzeichnetes  
Feld zur eindeutigen Identifikation des Datenpakets, das  
eigentliche Datenfeld, das die Nachricht für die Zielsta-  
tion enthält, ein Feld mit der Prüfsumme zur Kontrolle der  
korrekten Datenübermittlung und ein das Paketende kenn-  
15 zeichnendes Feld END, das beispielsweise die gleiche  
Bitfolge enthalten kann wie das Anfangsfeld ANF.

Gemäß der Erfindung enthält das Zugriffssteuerfeld Z-STF  
ein die Priorität des Nachrichtenpakets kennzeichnendes  
20 erstes Teilstück und ein zweites Teilstück für das Anforde-  
rungskennzeichen. Für die Kennzeichnung der Priorität  
genügen für bis zu 8 Prioritätsstufen 3 Bit und für das  
Anforderungskennzeichen 1 Bit.

25 Die Stationen sind derart aufgebaut und an die Sendelei-  
tung angeschlossen, daß sie in auf der Sendeleitung ankom-  
menden Nachrichtenpakete einzelne Bits lesen und verändern  
können und daß sie statt die ankommenden Nachrichtenpakete  
passieren zu lassen, diese unterdrücken und dafür eigene  
30 Nachrichtenpakete senden können und zwar auch mitten in  
einem passierenden Paket. Eine alternative Regelung sieht  
vor, nur ganze Datenpakete auf diese Weise zu unter-

...

drücken, d.h. mit dem Senden eines eigenen Pakets erst bei Ende eines passierenden Datenpakets gleich welcher Priorität zu beginnen.

Die auf der Empfangsleitung übertragenen Nachrichtenpakete 05 werden von allen Stationen gelesen, jedoch von keiner Station verändert, und gehen erst am Ende der Empfangsleitung, also in FIG. 1 am nicht angeschlossenen Ausgang der Station 1 und in FIG. 2 am nicht angeschlossenen Ausgang der Station N verloren. Darüberhinaus werden von 10 jeder Station ankommende und weitergeleitete Nachrichtenpakete regeneriert. Nachrichtennetze dieser Art sind z.B. beschrieben in der DE-OS 33 40 992 und DE-OS 33 40 993.

Für die Nachrichtenübertragung ist ein Random-Access- 15 Protokoll für Bus-Systeme vorgesehen, bei dem Pakete mit höchster Priorität in möglichst dichter Folge von einer oder mehreren Stationen gesendet werden können und zwar zunächst ohne Einschränkungen. Sobald die sendenden Stationen Kollisionen zwischen den auf der Sendeleitung 20 kommenden und den von ihnen zu sendenden Nachrichtenpakete gleicher Priorität feststellen, gehen sie in einen bezüglich dieser Prioritätsklasse geordneten Zugangsmodus über, bei dem sie, sobald sie ein die Sendeerlaubnis kennzeichnendes Signal erhalten, jeweils nur ein Nachrichtenpaket 25 dieser Prioritätsklasse senden und das nächste Nachrichtenpaket erst dann senden, nachdem alle anderen Stationen ebenfalls die Möglichkeit hatten, ein Paket dieser Prioritätsklasse zu senden.

30 Um diesen geregelten Zustand zu realisieren, sind für jede Station für jede Prioritätsklasse fünf Zustände vorgesehen, die zunächst anhand der FIG. 4 näher erläutert wer-

...

den. Die Priorität eines Pakets auf der Übertragungsleitung werde mit  $p$  und die eines in einer Station zur Übertragung anstehenden (wartenden) Nachrichtenpakets mit  $q$  bezeichnet. Insgesamt seien  $(P+1)$ -Prioritätsklassen vorge-  
05 sehen, wobei für  $p$  oder  $q$  gilt:  $0 \leq p \leq P$  und  $p = q = 0$  die höchste Prioritätsklasse sein soll.

Im ersten Zustand  $I_q$  liegt in der Station kein wartendes Nachrichtenpaket mit der Priorität  $q$  vor. Alle auf der  
10 Sendeleitung ankommenden Nachrichtenpakete werden lediglich regeneriert auf die gehende Sendeleitung übertragen, sofern die Station sich nicht bezüglich einer anderen Prioritätsklasse in einem Zustand befindet, der etwas anderes vorsieht. Bei Eintreffen eines zu sendenden Nach-  
15 richtenpakets von einem an die Station angeschlossenen Endgerät der Priorität  $q$  geht die Station in den Zustand  $W_q$  (Pfeil 10). Das zu sendende Nachrichtenpaket wird von einem ersten Speicher in einen sendenden Speicher kopiert, wobei dieser Vorgang so oft wiederholt werden kann, bis  
20 auf der Empfangsleitung der ordnungsgemäße Durchlauf des gesendeten Nachrichtenpakets festgestellt werden kann.

Im Zustand  $W_q$  überprüft die Station, ob die Sendeleitung frei ist oder die auf der Sendeleitung ankommenden Nach-  
25 richtenpakete auf ihre Priorität  $p$ . Ist  $p = 0$  die höchste und  $p = P$  die niedrigste Prioritätsstufe, so lässt sie Nachrichtenpakete passieren, für die gilt  $p \leq q$ . Sie lässt also Nachrichtenpakete mit höherer oder gleich hoher Priorität wie das zu sendende passieren. In auf der Sende-  
30 leitung ankommenden Nachrichtenpaketen gleicher Priorität wie das zu sendende, für das also gilt  $p = q$ , setzt sie in deren Anforderungsfeld das Anforderungsbit auf "1". Detek-

...

tiert sie auf der Sendeleitung ein Nachrichtenpaket niedrigerer Priorität, also mit  $p > q$ , oder ist die Sendeleitung frei, so geht die Station in den Zustand  $Aq$  (Pfeil 11) über, wenn sie nicht gerade bzgl. einer anderen

05 Prioritätsklasse  $q'$  sich im Zustand  $Aq'$  befindet. Die Minimierung der Wartezeit eines Pakets mit hoher Priorität  $q$  kann in manchen Anwendungsfällen eine alternative Regelung erfordern, bei der die Station auch dann in den Zustand  $Aq$  übergeht, wenn sie sich bereits bezüglich einer 10 niedrigeren Prioritätsklasse  $q'$  im Zustand  $Aq'$  befindet, d.h. ein Paket niedrigerer Priorität sendet.

In einigen Anwendungsfällen kann es zweckmäßig sein, die 15 Station so einzurichten, daß sie erst am Ende eines auf der Sendeleitung passierenden Nachrichtenpakets in den Zustand  $Aq$  übergeht.

Im Zustand  $Aq$  wird das evtl. detektierte Nachrichtenpaket der Priorität  $p > q$  von der Station bis zum Ende unterdrückt oder ggf. das Senden des eigenen Pakets der Priorität  $q' > q$  abgebrochen und die Station beginnt sofort mit dem Senden ihres Nachrichtenpakets mit der dem Nachrichtenpaket zugeordneten Prioritätswert  $q$  im Prioritätsfeld und einem auf "0" gesetzten Anforderungsbit im Anforderungsfeld. Trifft jedoch während ihres Sendens des Nachrichtenpakets der Priorität  $q$  auf der kommenden Sendeleitung ein Nachrichtenpaket mit der Priorität  $p \leq q$  ein, so 25 bricht sie sofort ihr Senden ab, läßt das fremde Nachrichtenpaket passieren und geht für einen neuen Versuch in den Zustand  $Wq$  (Pfeil 12) zurück. Bei jedem Senden eines ihrer Nachrichtenpakete der Priorität  $q$  überprüft sie das ordnungsgemäße Durchlaufen ihres gesendeten Nachrichtenpakets

...

auf der Empfangsleitung. Falls es auf der Empfangsleitung nicht ordnungsgemäß durchläuft, weil es beispielsweise fehlerhaft oder unvollständig ist, bricht sie sofort das Senden ab und geht für einen erneuten Versuch in den

05 Zustand Wq (Pfeil 12) zurück.

Nachdem die Station im Zustand Aq oder Bq den ordnungsgemäßen Durchlauf ihres Nachrichtenpakets auf der Empfangsleitung beobachtet hat, entfernt sie das gesendete Nachrichtenpaket aus der Reihe der in der Station zur Sendung anstehenden Nachrichtenpakete.

Hat die Station ein Paket der Priorität q vollständig gesendet, verbleibt sie im Zustand Aq, wenn ein weiteres  
15 Paket der Priorität q und kein Paket einer höheren Priorität zum Senden ansteht und wenn bei dem zuletzt ordnungsgemäß auf der Empfangsleitung empfangenen eigenen Paket der Priorität q das Anforderungsbit auf "0" gesetzt war.  
  
20 Steht bei Sende-Ende kein weiteres Paket der Priorität q oder ein Paket einer höheren Priorität zum Senden an, geht die Station in den Zustand Bq über (Pfeil 14), in dem sie auf der Empfangsleitung den ordnungsgemäßen Durchlauf des Pakets erwartet, dessen Senden sie soeben beendet hat und  
25 das sie aufgrund der Netz-Laufzeit noch nicht vollständig empfangen haben kann.

Ist das Anforderungsbit eines eigenen ordnungsgemäß auf der Empfangsleitung empfangenen Pakets von einer anderen  
30 Station auf "1" gesetzt worden, geht die Station aus dem Zustand Aq bei Sende-Ende und aus dem Zustand Bq bei Empfangs-Ende in den Zustand Sq über (Pfeil 17 bzw. Pfeil 15).  
  
...

Wird im Zustand  $B_q$  das zuletzt gesendete eigene Paket der Priorität  $q$  nicht oder nicht vollständig auf der Empfangsleitung empfangen, geht die Station in den Zustand  $W_q$  zurück (Pfeil 16).

05

Im Zustand  $S_q$  beobachtet die Station die Priorität und das Anforderungsbit der auf der Empfangsleitung durchlaufenden Nachrichtenpakete. Ist deren Priorität  $p > q$ , trifft ein Nachrichtenpaket der Priorität  $p = q$  mit noch auf "0"

10 liegendem Anforderungsbit ein oder bleibt die Empfangsleitung für eine vorgegebene Zeit leer, so geht die Station, wenn sie noch weitere  $q$ -Pakete zu senden hat, in den Zustand  $W_q$  (Pfeil 18) zurück. Liegen jedoch bei Eintreten eines dieser Fälle bei der Station keine weiteren  $q$ -Pakete vor, so geht sie in den Zustand  $I_q$  (Pfeil 19) zurück.

In FIG. 5 ist ein vereinfachtes Blockschaltbild einer Station zur Durchführung des geschilderten Sende-Protokolls dargestellt. Es sind hier lediglich die zum Verständnis der Erfindung erforderlichen Elemente gezeigt.  
20 Die von der kommenden Sendeleitung SL ankommenden Nachrichtenpakete gelangen bei einer nicht sendenden oder sendewilligen Station über einen ersten Umschalter  $S_1$  zu einem zweiten Umschalter  $S_2$ , die von einer Vergleichslogik VGL-L steuerbar sind. Die Vergleichslogik VGL-L ist mit einem ersten Eingang vor dem Umschalter  $S_1$  an der Sendeleitung angeschlossen und mit ihrem zweiten Eingang an einer mit Prozessor bezeichneten Baugruppe, die Nachrichtenpakete von anderen Endgeräten E empfängt oder an  
25 diese weitergibt. Die Verbindungsleitung der beiden Schalter  $S_1$  und  $S_2$ , die jeweils mit dem ersten Kontakt des Umschalters verbunden ist, ist zusätzlich an den Ausgang

...

eines Verzögerungspuffers VZ-P angeschlossen, dessen Eingang mit dem zweiten Kontakt des Umschalters S1 verbunden ist. Der mit der Vergleichslogik VGL-L verbundene Ausgang des Prozessors ist außerdem mit dem Eingang eines 05 Sendespeichers SP verbunden, dessen Ausgang an den zweiten Kontakt des Schalters S2 angeschlossen ist.

Die durch die Station durchgeschleifte Empfangsleitung ist mit dem Eingang eines Empfangsspeichers EP verbunden, 10 dessen Ausgang an den Prozessor angeschlossen ist.

Ist die Station nicht sendend oder sendewillig, stehen also keine Pakete zum Senden an, sind die Schalter S1 und S2 in der gezeigten Stellung. Andernfalls vergleicht die 15 Vergleichslogik VGL-L die Priorität des zu sendenden Nachrichtenpakets mit der Priorität der ankommenden Nachrichtenpakete, die um einige Bitzeiten im Verzögerungspuffer VZ-P verzögert werden, um ggf. eine Reaktion einzuleiten.

20 Wird ein auf der Sendeleitung ankommendes Paket mit  $p = q$  von der Vergleichslogik VGL-L erkannt, veranlaßt der Prozessor die Eingabe einer "1" von dem Verzögerungspuffer VZ-P in das Anforderungsfeld des vorbeilaufenden Nachrichtenpakets, wobei q die höchste Priorität der Pakete 25 der sendewilligen Station ist.

Wird auf der Sendeleitung ein p-Paket mit  $p > q$  von der Vergleichslogik erkannt, legt sie den Schalter S2 um und die Station sendet ihr q-Paket aus dem Sendespeicher SP 30 auf die gehende Sendeleitung. Die weiteren auf der Sendeleitung ankommenden Bits des p-Pakets und evtl. nachfolgender Pakete niedrigerer Priorität laufen in den Verzö-

...

gerungspuffer VZ-P. Sie laufen von dort zum offenen Kontakt des umgeschalteten Schalters S2 und gehen verloren.

Der Schalter S2 wird von der Vergleichslogik in die Ausgangslage zurückgestellt, wenn auf der Sendeleitung Nachrichtenpakete gleich großer oder höherer Priorität von der Vergleichslogik festgestellt werden oder wenn keine "eigenen" Nachrichtenpakete im Sendespeicher SP mehr zur Sendung anstehen oder für die Prioritätsklassen wartender Pakete die Anforderungsbits in auf der Empfangsleitung ordnungsgemäß empfangener eigener Pakete auf "1" gesetzt sind.

Der Schalter S1 wird zurückgeschaltet, wenn bei bereits zurückgesetztem Schalter S2 kein Prioritätsvergleich mit ankommenden Paketen erforderlich ist und die Vergleichslogik nach einem auf der Sendeleitung eingelaufenen Nachrichtenpaket eine ausreichend große Sendelücke entdeckt, so daß eine Kollision zwischen diesem letzten aus dem Verzögerungspuffer VZ-P ausgelaufenen Nachrichtenpaket und einem über die direkt über die Verbindungsleitung zwischen den Schaltern S1 und S2 evtl. laufenden Paket vermieden wird.

Der Empfangspuffer E-P dient dazu, eigene gesendete Nachrichtenpakete auf Vollständigkeit und evtl. gesetztem Anforderungsbitt zu überprüfen, die Priorität der auf der Empfangsleitung durchlaufenden Nachrichtenpakete feststellen zu können oder für die Station bestimmte Nachrichtenpakete zu erkennen und über den Prozessor an das gewünschte Endgerät weiterzuleiten. Auf der Empfangsleitung befindliche Nachrichtenpakete werden somit von den Stationen

...

unverändert weitergeleitet, da die Station, für die ein Nachrichtenpaket bestimmt ist - in Richtung der Nachrichtenausbreitung auf der Empfangsleitung gesehen - hinter der das Nachrichtenpaket sendenden Station liegen kann.

05

Die dem oben erläuterten Protokoll entsprechenden Abläufe in den Stationen werden von dem Prozessor gesteuert, der hierzu mit der Vergleichslogik und den in FIG. 5 dargestellten Puffern bezüglich der Steuerdaten im Datenaustausch steht. Die hierzu erforderlichen Steuerleitungen wurden in FIG. 5 zur Verbesserung der Übersichtlichkeit nicht dargestellt. Ihre Verbindungen ergeben sich jedoch aus dem oben angegebenen Ablaufplan.

15 Die oben geschilderten Zustände Iq bis Sq gelten für jede Prioritätsstufe. Sie werden in dem Prozessor der Stationen für jede Prioritätsstufe gesondert gespeichert und so verarbeitet, daß jeweils die im Prozessor zur Sendung anstehenden Nachrichtenpakete höchster Priorität auch 20 zuerst in den Sendespeicher übertragen und gesendet werden.

25

30

...

25.  
1/4

Nummer:  
Int. Cl.<sup>3</sup>:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

34 13 144  
H 04 L 25/02  
7. April 1984  
17. Oktober 1985

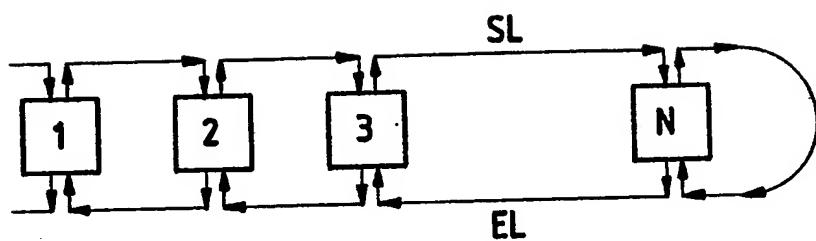


FIG. 1

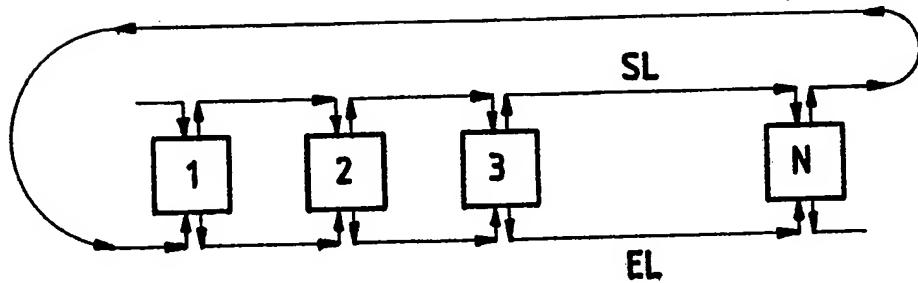


FIG. 2

22.

2/4

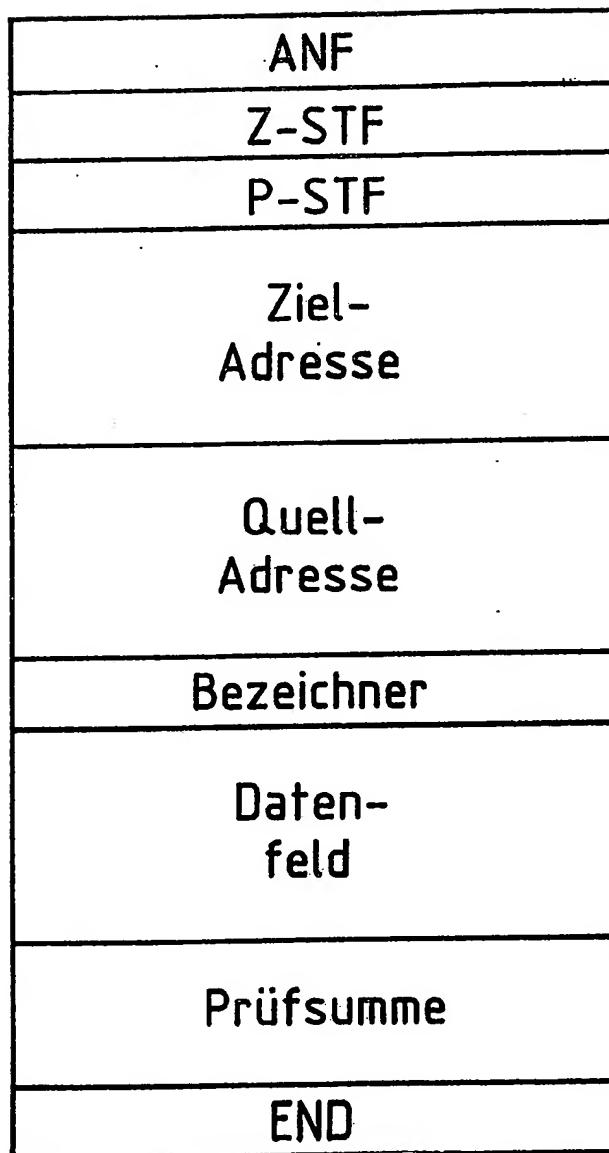


FIG. 3

23.

3/4

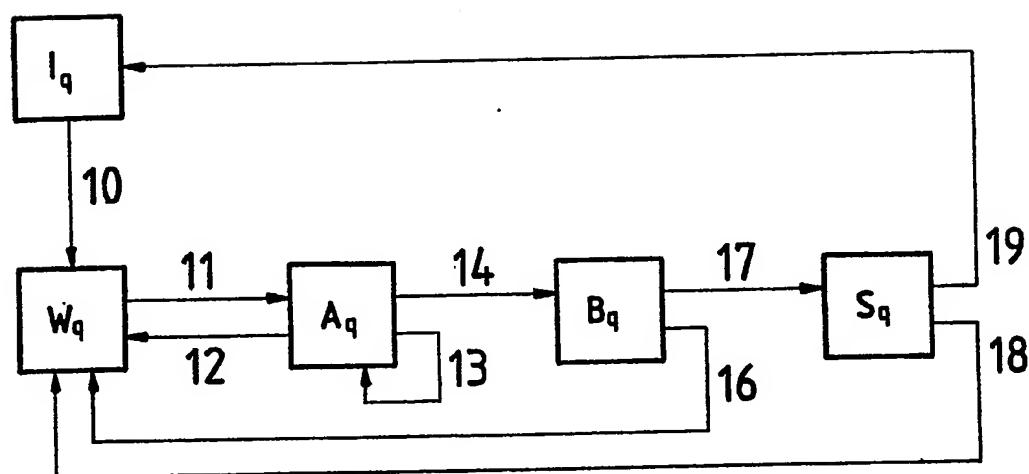


FIG. 4

24.

4/4

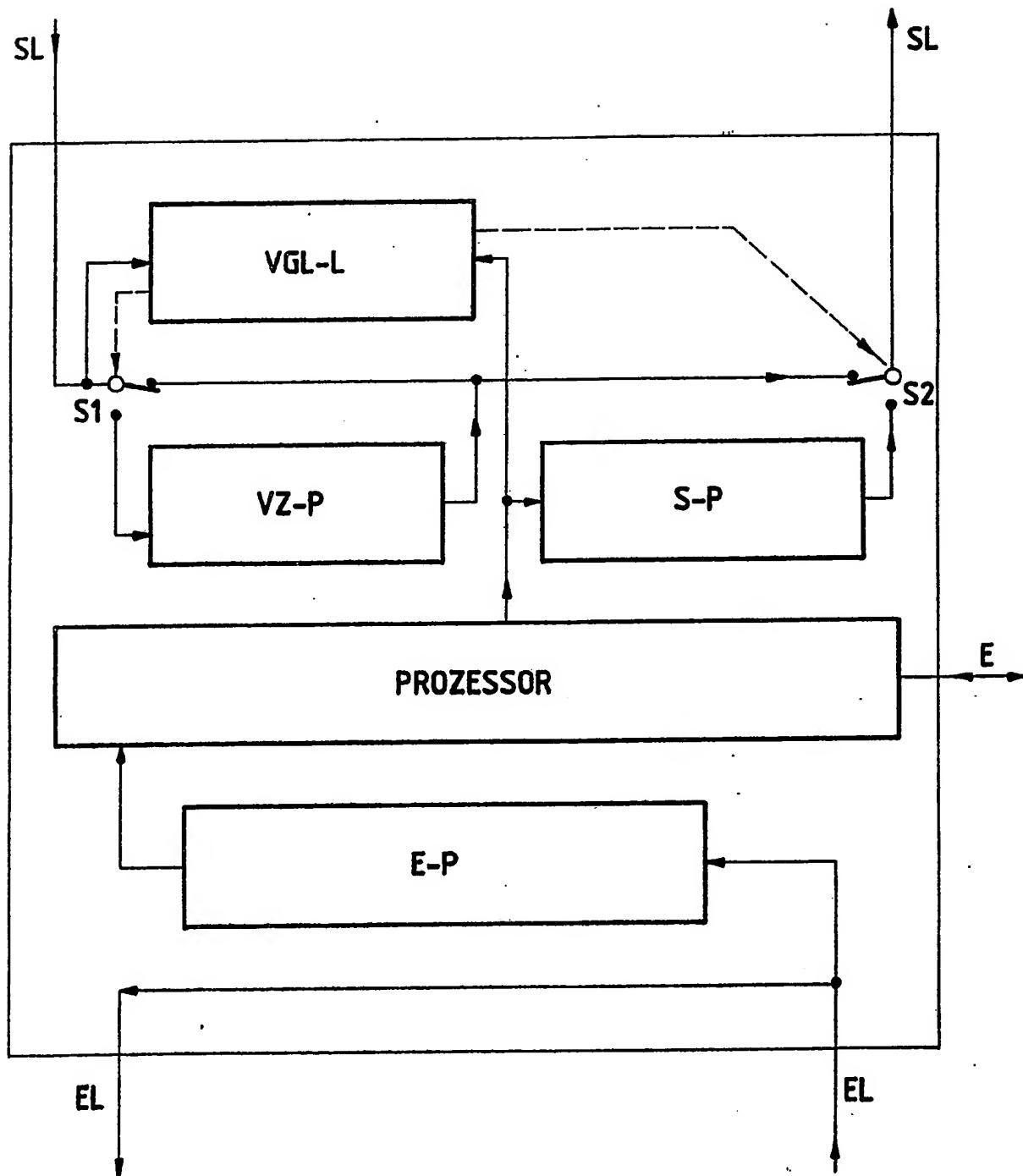


FIG. 5